

КРИСТАЛЛОХИМИЯ КАРБОНАТОВ И ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ДОННЫХ ОСАДКОВ КАК ИНДИКАТОР УСЛОВИЙ СРЕДЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Пальчик Н.А., Мороз Т.Н., Мирошниченко Л.В., Артамонов В.П., Труханов В.В.

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск,
nadezhda@igm.nsc.ru*

Кристаллохимические особенности карбонатов и глинистых минералов в донных осадках Охотского моря, из районов, существенно отличающихся по условиям среды их формирования и геологическому строению, изучены методами рентгенографии, инфракрасной (ИК) спектроскопии, рентгенофлуоресцентным анализом (СИ излучение). Карбонаты по разнообразию условий залегания не имеют себе равных среди других групп минералов [Нечипоренко и др., 1988; Даниленко и др., 2015; Солотчина и др., 2017]. Они обнаружены практически во всех типах пород, в том числе и в рудных месторождениях, в пещерах, в отложениях горячих источников, в живых организмах. По вариациям содержания изотопов кислорода в карбонатных океанических илах установлена четкая связь эпох потепления и похолодания на Земле с ее положением на солнечной орбите. Глинистые минералы в силу лабильности своей кристаллической структуры, являются «свидетелями» самых разнообразных физико-химических и термодинамических процессов, имеющих место в осадочном чехле оболочки Земли. Использование их индикаторных возможностей охватывает весь диапазон геологических процессов [Gorbarenko et al., 2002; Palchik et al., 2013; Palchik et al., 2017].

Анализ минерального состава донных осадков скважины глубоководного бурения (18 метров) впадины Дерюгина и из районов сноса реки Амур позволил установить, что осадки данной скважины не являются конусом выноса реки Амур, как предполагали некоторые авторы [Кот, 1998]. Образцы сноса реки Амур, как и колонки, сложены преимущественно кварцем, плагиоклазом, каолинитом, слюдой мусковитового типа, разупорядоченным смектитом и иллит-смектитом. Содержания же элементов таких как Mn, Ba, Ni, Zn, Rb и др., в осадках скважины существенно выше, чем в районе сноса реки, где вместе с тем наблюдается большее, чем в колонке количество Th, U, Zn, возможно, техногенной природы. Современное осадконакопление в котловине Дерюгина имеет ряд особенностей, отличающих этот район от глубоководной части Охотского и других окраинных Восточных морей. Поскольку скорость осадконакопления в этом районе высокая, нижняя возрастная граница 18 метровой колонки,

по предварительным данным, соответствует порядка 20000 лет. Известно, что природные воды в районе этой котловины имеют минимальное содержание кислорода, что создает специфические условия осадкообразования. Здесь выявлены аномально высокие содержания Mn, Fe, Ba, а также Zn, V, Sr. Причем, самые высокие концентрации Mn и Ba наблюдаются в верхних горизонтах (1 – 190 см) и в нижних (1332 – 1820 см) [Palchik et al., 2015]. В этих же интервалах мы обнаружили максимальные содержания карбонатов: в верхней части колонки – это преимущественно кальцит с небольшой примесью доломита, в нижней – Mn карбонаты, для которых в ИК спектрах характерными являются полосы ν_2 колебания CO_3^{2-} группы ~ 876 и 866 см^{-1} , соответственно (рис. 1, вставка а). По данным ИК спектроскопии минеральный состав образцов Дерюгиской впадины и сноса реки Амур отличаются незначительно, зафиксированы как карбонатные, так и бескарбонатные зоны. На спектрах это отражается в наличие полосы в области ~ 1435 – 1460 см^{-1} (рис.1). Глинистая составляющая представлена в исследуемых образцах каолинитом, смектитом, слюдой, хлоритом, последний в Амурском образце отсутствует. Рядом авторов было показано, что максимальные содержания карбонатов в морских осадках обусловлены соответствующими глобальными пульсациями талых вод. В средней части разреза карбонаты присутствуют в следовых количествах.

Вдоль колонки в широких пределах варьирует содержание глинистой составляющей (от 10% до 60%). Ранее на примере изучения глинистых минералов голоцен-плейстоценовых отложений Охотского моря, вскрытых колонкой LV 28-40-5 [Palchik et al., 2008] было показано, что основную палеоклиматическую нагрузку в ансамбле глинистых минералов несут смешанослойный иллит-смектит и иллит. Но наиболее ярким климатическим сигналом в минералогической летописи является концентрация смектитовых слоев в иллит-смектите, увеличение которой соответствует потеплению и увлажнению климата и наоборот. Этот показатель надежно фиксирует не только продолжительные, но и кратковременные климатические события, что отражено на дифрактограммах (рис. 2). Согласно литературным данным, теплые и влажные

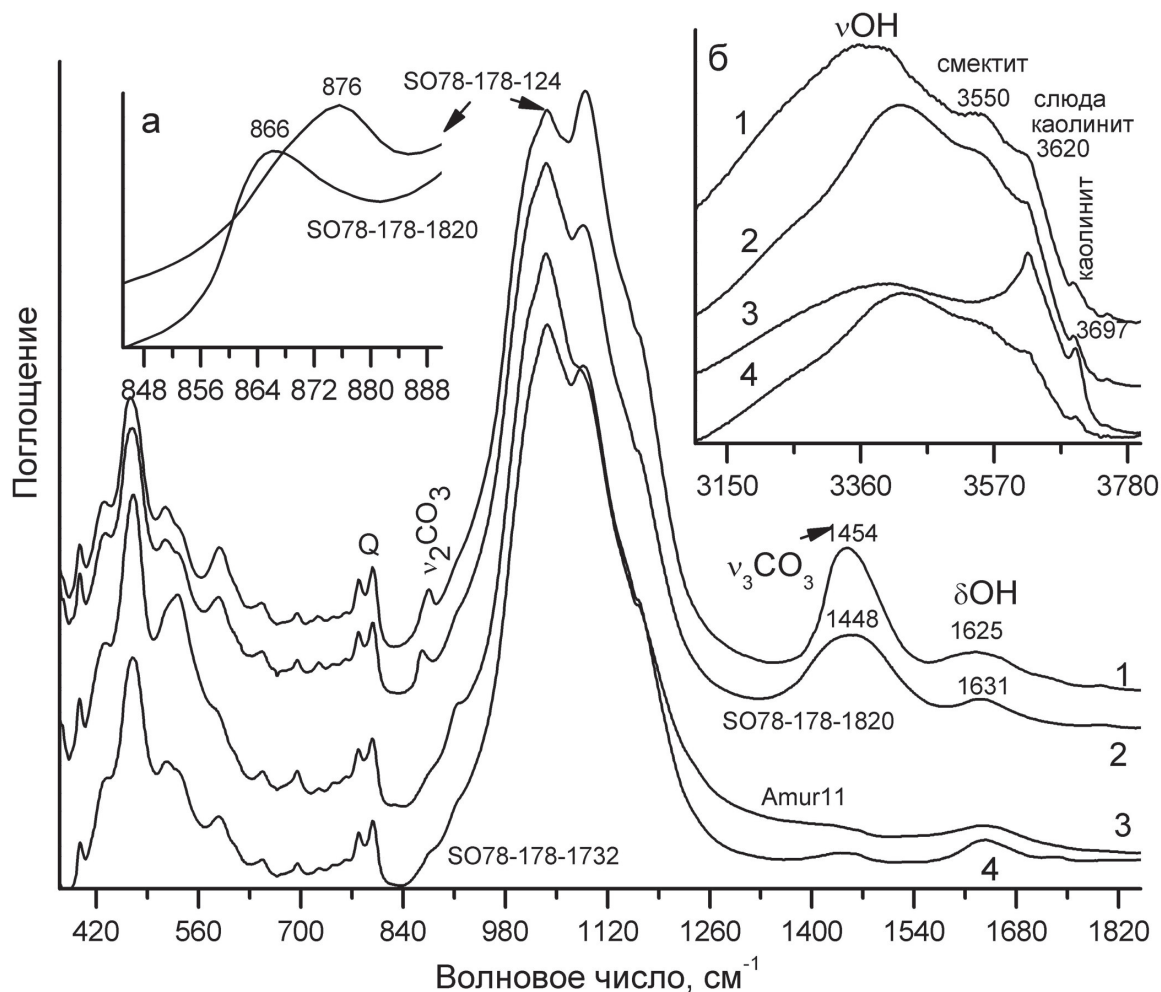


Рис. 1. ИК спектры образцов колонки Дерюгской впадины (1, 2, 4) и сноса реки Амур (3). Вставка «а» – фрагменты ИК спектров в области ν_2 колебаний CO_3^{2-} группы, вставка «б» – фрагменты ИК спектров в области валентных колебаний OH групп

интервалы в климатической летописи характеризуются повышенными содержаниями элементов Br, Ca, U, Ca/K, Sr/Rb, Sr/Ti, Y/Rb, холодные интервалы – максимальными K, Ti, La, Ce, Th, Ni, Cr [Palchik et al., 2015]. Верхние 100 см разреза имеют большие количества первой группы элементов и иллит-сметитовой составляющей, что соответствует теплему климату. В образце 110 см отмечаются повышенные содержания второй группы элементов и небольшое понижение иллит-сметита, что свидетельствует о кратковременном похолодании в этот временной интервал. Анализируя глинистую составляющую после напитки этиленгликолем и элементный состав исследуемых образцов, а также наличие карбонатов вдоль колонки, мы обнаружили, что последние реагируют быстрее на изменения окружающей среды, чем трансформация иллит-сметитовой компоненты. Исследования особенностей микроэлементного состава, кристаллохимии карбонатов и глинистых минералов методом математического моделирования исходных спектров для образцов из скважины показали, что полученные данные можно сопоставить с глобальными

и локальными изменениями окружающей среды, в том числе с палеоклиматическими событиями в системе Охотского моря.

Авторы выражают глубокую благодарность сотруднику Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН, д.г.-м.н. А.Н. Деркачеву за предоставленные образцы. Инструментальные исследования проведены в «ЦКП Многоэлементных и изотопных исследований СО РАН».

ЛИТЕРАТУРА

1. Даниленко И.В., Солотчин П.А., Солотчина Э.П. Минералогические и кристаллохимические индикаторы изменений климата голоцена в осадках озера Долгое (Западное Забайкалье) // Вопросы Естествознания, Иркутск, 2015. № 3(7), С. 91-95.
2. Кот Ф.С. Рассеянные металлы в донных отложениях р. Амур и зоны смешения в Охотском море // Геохимия. 1998. № 1. С. 102-107.
3. Нечипоренко Г.О., Бондаренко Г. П.. Условия образования морских карбонатов (по экспериментальным данным). М.: Наука, 1988. –136 с.

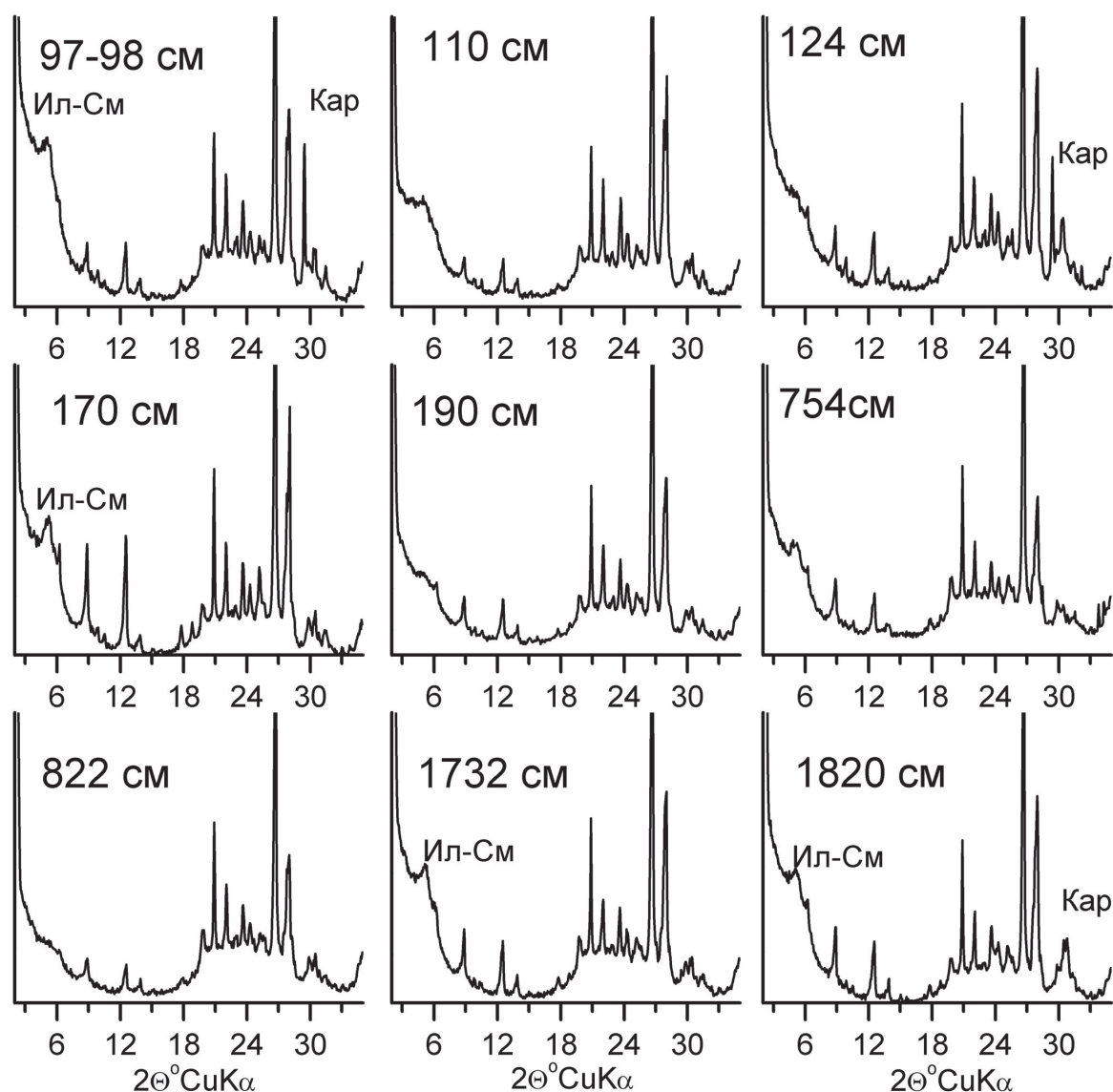


Рис. 2. Дифрактограммы образцов колонки SO78-178 Дерюгиской впадины, взятых с разных глубин (в см).
Ил-см – иллит-сметит, Кар – карбонат

4. Солотчина Э.П., Скляров Е.В., Солотчин П.А., Замана Л.В., Даниленко И.В., Склярова О.А., Татьков П.Г. Аутигенное карбонатообразование в озерах Еравнинской группы (Западное Забайкалье): отклик на изменения климата голоцена // *Russian Geology and Geophysics*, 2017, 58(11).
5. Gorbarenko, S.A., Nürnberg, D., Derkachev, A.N., Astakhov, A.S., Southon, J.R., Kaiser, A. Magnetostratigraphy and tephrochronology of the Upper Quaternary sediments in the Okhotsk Sea: implication of ferrigenous, volcanogenic and biogenic matter supply // *Marine Geology*. 2002. V.183. P. 107-129.
6. Palchik, N.A., Solotchina, E.P., Goldberg, E.L., Stolpovskaya, V.N., Gorbarenko, S.A., Crystal Chemistry of Clay Minerals in Bottom Sediments of the Okhotsk Sea as a Palioclimatic Indicator // *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2008. V. 6, 53, 865-872.
7. Palchik N.A., Grigorieva T.N., Moroz T.N. Composition, Structure, and Properties of Iron-Rich Nontronites of Different Origins // *Crystallography Reports*, 2013, Vol. 58. No. 2, P. 302-307.
8. Palchik N.A., Moroz T.N., Grigorieva T.N., Darin A.V., Miroshnichenko L.V. Correlation between the mineral and microelement compositions of bottom sediments from the Sea of Okhotsk // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics* 2015. 79 (1), P. 98 – 102.
9. Palchik, N.A., Moroz T.N., Grigorieva T.N., Nikandrova N.K., Miroshnichenko L.V. Crystal-Chemical Characteristics of Nontronites from Bottom Sediments of Pacific Ocean. *Crystallography Reports*. 2017. V.62. No 1. P. 91-96.